

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



551 264

(43) 国際公開日
2004 年 10 月 14 日 (14.10.2004)

PCT

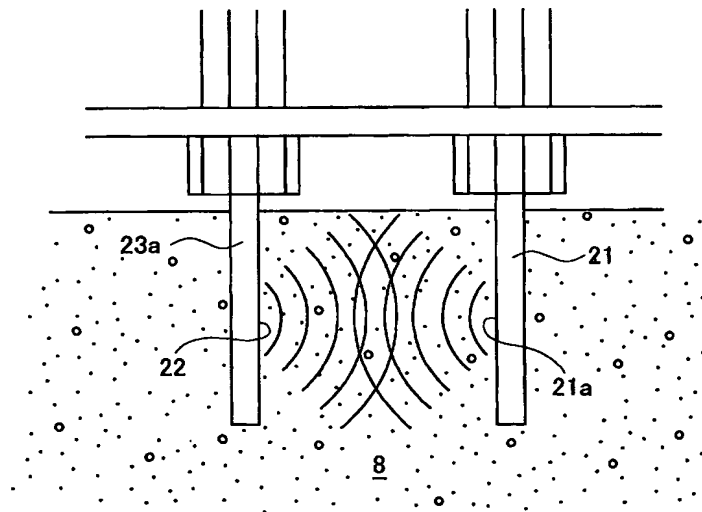
(10) 国際公開番号
WO 2004/086860 A1

- (51) 国際特許分類⁷: A01M 1/00, 17/00, A01G 7/00, A01B 79/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011953
(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 19 日 (19.09.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2003-92909 2003 年 3 月 28 日 (28.03.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): セルテック・プロジェクト・マネジメント株式会社 (CELL-TEC PROJECT MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP];
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 谷脇 憲 (TANIWAKI, Ken) [JP/JP]; 〒305-0023 茨城県つくば市上ノ室1043-5 Ibaraki (JP). 小林 有一 (KOBAYASHI, Yuichi) [JP/JP]; 〒305-0032 茨城県つくば市竹園3-5-303-512 Ibaraki (JP). 飯嶋 渡 (IJIMA, Wataru) [JP/JP]; 〒305-0821 茨城県つくば市春日4丁目13番21号 Ibaraki (JP). 山下 正照 (YAMASHITA, Masateru) [JP/JP]; 〒214-0021 神奈川県川崎市多摩区宿河原6丁目3番9号 ハイックボタ 203 Kanagawa (JP). 小谷 一 (ODANI, Hajime)

[続葉有]

(54) Title: SOIL PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 土壌処理方法



(57) Abstract: The soil processing method of the invention comprises the steps of slipping a microwave radiator into soil and then radiating microwaves to the soil that becomes a processing subject from the microwave radiator. In this case, methods for slipping the microwave radiator into soil that may be employed include one for slipping a submarining body containing a microwave radiator while driving a farm implement by a submarining pawl mechanism similar to a chisel or subsoil, another for vertically thrusting it into or pulling it out of soil by a power arm, and another for vertically thrusting it into or pulling it out of soil by utilizing various vertical excavating devices. According to the invention, it is possible to effectively apply the influence of microwaves to the soil in a deep region that can hardly be influenced by microwave radiation directed to the surface of a paddy field. Thereby, it is possible to expect various agriculturally useful influences, for example, plant growth adjustment, germinal time adjustment, soil disinfection, and soil improvement.

(57) 要約: 本発明の土壌処理方法は、マイクロ波放射器を土壌中に潜り込ませ、しかるのち、マイクロ波放射器から処理対象となる土壌へとマイクロ波を放射するものである。ここで、マイクロ波放射器を土壌中に潜り込ませる手法としては、マイクロ波放射器を内蔵する潜

[続葉有]

WO 2004/086860 A1



[JP/JP]; 〒164-0003 東京都 中野区 東中野 2 丁目
1 7 番 2 2 号 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 飯塚 信市 (IIZUKA, Shin-ichi); 〒160-0022 東京
都 新宿区 新宿一丁目 1 1 番 1 3 号 慶應堂御苑ビ
ル 4 階 飯塚国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

行体を、チゼルやサブソイルと同様な潜行爪機構で農作業機を走行させながら潜らせる手法、パワーアームで土壌中に垂直に差し込んだり引き抜いたりする手法、各種の垂直掘削装置を利用して土壌中に垂直に差し込んだり引き抜いたりする手法、を採用することができる。本発明によれば、圃場表面に対するマイクロ波照射では影響を与えにくい深層領域の土壌に対しても、マイクロ波による影響を効果的に及ぼすることができ、それにより、例えば作物の生育調整、発芽時期の調整、土壌消毒、土壌改良のような様々な農業上有益な作用を期待することができる。

明 細 書

土壌処理方法

5 技術分野

この発明は、例えば圃場の線虫駆除、作物の生育調整、発芽時期の調整、土壌改良等の目的で使用される農業用の土壌処理方法に係り、特に、マイクロ波を利用した土壌処理方法に関する。

10 背景技術

従来、野菜類、花卉類の床土消毒、葉菜類の苗床消毒、施設野菜の土壌消毒については、廉価で使用方法が簡単かつ効果の高い薬剤である『臭化メチル』が広く利用されてきた。しかし、この臭化メチルは、1987年にウィーン条約締結国によって採択された『オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書』によってその使用制限が合意され、その後数回の改訂を経て、2005年1月1日を以て全面使用禁止が決定された。

こうした状況を受けて、臭化メチルに代わる土壌消毒技術の開発が試みられており、その代表的なものとして、太陽熱消毒、温湯消毒、燻蒸消毒等が挙げられるが、いずれも有効性、経済性、作業性において問題を残しており、代替案が確立したとは言い難い。タイムリミットとなる2005年の年頭まで余すところ2年弱であり、有効な技法の確立が急務とされている。

マイクロ波を利用した殺菌、殺虫、除草等はかつて欧州で試みられたが、安定した技法としての認知はなされていないのが現状である。なお、マイクロ波を照射することにより、誘電加熱作用を利用して含有水分を

加熱膨張させることにより、岩盤や地盤を破壊させる土木技術は従来より知られている（例えば、特開平07-91181号公報参照）。

5 圃場に植え付けられた作物が土壤中の線虫から受ける影響（所謂、連作障害）を、土壤の加熱殺菌消毒により防止するためには、圃場における通常の作物（例えば、根菜類等）の植え付け深さである地面から40cm程度に至る範囲に存在する土壤の温度を、少なくとも数分程度の間、所定温度（例えば摂氏60度）以上に維持することが条件とされている。

このような加熱殺菌消毒のための温度条件を圃場に対する熱湯散布により実現しようとする、大量の熱湯の供給、その散布、散布後の保温用シートによる被覆、それらの作業の繰り返し、等々のために多大なる手間と費用が掛かることに加えて、地中浸透に際して熱湯の温度は急激に低下するため、目的とする深さの土壤中の線虫を確実に死滅又は無害化するためには、長期間（例えば、1週間程度）を要する。

15 そこで、本発明者等は、上述の温度条件を圃場に対するマイクロ波照射により達成することを試みた。しかし、圃場の地面に対して真上からマイクロ波を照射したところでは、地面下10cm程度の深さまでが精々であって、目的とする深さ（例えば、地面下40cm程度）まで上述の温度条件を達成することはできないとの知見が得られた。

20 加えて、マイクロ波の送信出力を増加させても、マイクロ波の地中浸透深さはあまり変わらないらしく、実際、比較的に近い領域（例えば、地面から10cm程度までの深さ領域）の土壤に関する到達温度は送信出力に応じて上昇するものの、それ以上の深さ領域については送信出力を増大させても、なかなか目的とする温度にまで到達しないとの知見も得られた。

25 この発明は、上述の知見に基づいてなされたものであり、その目的とするところは、圃場表面に対するマイクロ波照射では影響を与えにくい

深層領域の土壌に対してマイクロ波による影響を効果的に及ぼすことができ、それにより、例えば作物の生育調整、発芽時期の調整、土壌消毒、土壌改良のような様々な農業上有益な作用を期待することができる土壌処理方法を提供することにある。

5 この発明のより具体的な目的とするところは、圃場における作物植え付け深さ範囲の土壌に含まれる線虫を確実にかつ短時間に駆除することができ、しかも経済性並びに作業性も良好な土壌消毒方法及び装置を提供することにある。

10 この発明のさらに他の目的並びに作用効果については、明細書の以下の記述を参照することにより、当業者であれば容易に理解されるであろう。

発明の開示

15 本発明の土壌処理方法は、マイクロ波放射器を土壌中に潜り込ませ、しかるのち、マイクロ波放射器から処理対象となる土壌へとマイクロ波を放射するものである。ここで、マイクロ波放射器を土壌中に潜り込ませる手法としては、チゼルやサブソイルと同様な潜行爪機構で農作業機を走行させながら潜らせる手法、パワーアームで土壌中に垂直に差し込んだり引き抜いたりする手法、各種の垂直掘削装置を利用して土壌中に
20 垂直に差し込んだり引き抜いたりする手法、シャベルや鍬のような手動作業具に組み込んで、人力で土壌中に潜り込ませる手法な、のよう様々な手法を採用することができる。一方、マイクロ波の放射は、土壌中に潜り込ませたマイクロ波放射器を静止させた状態で行なってもよいし、略垂直方向又は略水平方向へと移動させながら行なってもよい。静止状態で行う場合には、特定の土壌ポイント（例えば、株植え箇所）に対し
25 多量のマイクロ波を低消費電力で照射することができる。移動状態で

行う場合には、その移動軌跡に沿う土壌ライン（例えば、水平移動であれば株の植え付けライン、垂直移動であれば特定のスポットの全深さ範囲）に対してマイクロ波を連続的に照射することができる。

本発明の一実施形態である土壌消毒方法は、地下所定深さを進行する
5 マイクロ波放射器から地中へとマイクロ波を放射することにより、消毒対象となる土壌をマイクロ波放射器の進行軌跡に沿って消毒するものである。つまり、圃場の表面に真上からマイクロ波を照射するのではなく、マイクロ波送波器それ自体を地中に潜行させることで、その潜行深さの位置からマイクロ波を地中へと任意の角度で放射するのである。

10 このような構成によれば、マイクロ波送波器それ自体を地中に位置させることで、圃場の地面への垂直照射ではマイクロ波が十分に届かない深さの土壌であっても、これに十分な強度を有するマイクロ波を照射し、誘電加熱作用により消毒対象となる土壌の温度を消毒必要温度にまで確実に上昇させ、あるいはマイクロ波それ自体を微生物に照射することによる影響で、消毒目的とする微生物（線虫等）を死滅又は無害化すること
15 ができる。

このとき、マイクロ波放射器から地中へと放射されるマイクロ波の放射中心軸の方向をほぼ水平方向とすれば、土壌は所定の深さ範囲内においてのみ誘電加熱により層状に昇温されるから、土壌中の一定の深さ範囲
20 くに生息する線虫等の微生物を集中的に死滅又は無害化することができる。

また、マイクロ波放射器の地中進行を同一進行軌跡に沿って2回以上かつ深さを異ならせて行わせれば、地面から所定深さに至る一連の土壌が各回の既加熱層を重ねるようにして全体的に加熱され、その結果、作物
25 植え付け深さ範囲の土壌を均一に消毒することができる。

また、複数台のマイクロ波照射器を進行方向と直交する方向へと適当

な距離を隔てて配置すれば、それら複数のマイクロ波放射器の進行に伴い消毒対象となる土壌を地面に沿った所定幅に亘って帯状に消毒することができる。

5 さらに、複数台のマイクロ波照射器のうちの相隣接する2台が互いに放射面を向かい合わせて配置されていれば、それにより2台のマイクロ波照射器の間にマイクロ波の重畳電場が形成されて、土壌をより強力に消毒することができる。

10 本発明方法の実施にあたっては、マイクロ波の照射に先立ち、消毒対象となる土壌に塩類である肥料（例えば、窒素、リン酸、カリウムを含む化成肥料等）を混入すれば、その分だけ土壌の複素誘電率が高くなり、マイクロ波照射による加熱効率が向上する。また、土壌中の線虫を対象として加熱消毒を行う場合、土壌の昇温目標温度としては摂氏60度以上とすることが好ましい。さらに、植え付け対象となる作物が根菜類である場合には、昇温されるべき土壌の深さ範囲は地面から40cm程度
15 の範囲内であることが好ましい。

次に、本発明の土壌消毒装置は、地中進行部と地上進行部とを有する圃場移動体と、圃場移動体の地中進行部に内蔵されたマイクロ波放射器と、圃場移動体の地上進行部に保持されたマイクロ波発生源と、地上進行部に保持されたマイクロ波発生源と地中進行部に内蔵されたマイクロ波放射器とを繋ぐ導波管と、を具備するものである。ここで、『地中進行部』とは、進行に伴い地中に潜り込んでほぼ一定の深さを進行する作用を有する部分であり、チゼルやサブソイラ等の農機具における地中潜行部がこれに近似する概念と言えるであろう。

25 このような構成によれば、マイクロ波送波器は地中進行部に内蔵されて地中を進行する一方、地上進行部に保持されたマイクロ波発生源（例えば、マグネトロン等）から発生したマイクロ波は導波管を通じて地中

のマイクロ波送波器へと導かれるから、マイクロ波送波器それ自体を地中に位置させることで、圃場の地面への垂直照射ではマイクロ波が十分に届かない深さの土壌であっても、これに十分な強度を有するマイクロ波を照射し、誘電加熱作用により消毒対象となる土壌の温度を消毒必要温度にまで確実に上昇させ、消毒目的とする微生物（線虫等）を死滅又は無害化することができる。しかも、マイクロ波発生源は地上に位置するから、冷却等に支障を来すこともない。

このとき、圃場移動体が、進行方向と直交する方向へと適当な距離を隔てて配置された複数個の地中進行部を有し、マイクロ波照射器は各地中進行部のそれぞれに内蔵されていれば、それら複数のマイクロ波放射器の進行に伴い消毒対象となる土壌を地面に沿った所定幅に亘って誘電加熱により帯状に昇温させ、それにより任意の幅に亘って圃場を帯状に消毒することができる。

また、マイクロ波放射器の放射中心軸が進行方向と直交する方向においてほぼ水平方向に向けられていれば、土壌は所定の深さ範囲内においてのみ誘電加熱により層状に昇温されるから、土壌中の一定の深さ範囲に生息する線虫等の微生物を集中的に死滅又は無害化することができる。

また、相隣接する地中潜行部のそれぞれに保持されたマイクロ波送波器が互いに対向していれば、それにより2台のマイクロ波照射器の間にマイクロ波の重畳電場が形成されて、土壌をより強力に消毒することができる。

また、地中進行部の潜行深さを調整するための潜行深さ調整具を有していれば、潜行深さを任意に変更して所望深さの土壌を選択的に消毒することができると共に、同一の圃場を2乃至3回に分けて深さを異ならせて消毒することにより、圃場を深く掘り下げるようにして、地面から所定深さに至る一連の土壌を連続的に消毒することができる。

また、地中進行部に保持されたマイクロ波送波器から送波されたマイクロ波が地上へと漏洩することを防止するための遮蔽体を有していれば、作業者が不用意にマイクロ波を浴びる危険を未然に防止することができる。

- 5 以上説明した圃場移動体は、牽引式としても、自走式としてもよい。ここで、牽引式とした場合には、例えば耕耘機の後部に取り付ける等して牽引すればよく、又自走式とした場合には、所謂ミッドマウント方式の農作業機に取り付ければ良いであろう。

- 10 ところで、ビニルハウスで根菜類等を栽培する状況を想定すると、トラクタ等の大型作業機をビニルハウス内で走行させることは不都合である。そのような場合、株の植え付け位置が既知であれば、その部分だけを局部的に深さ方向へと集中的に消毒すれば足りる。このような場合には、マイクロ波放射器を土壌中に略垂直方向に潜り込ませ、しかるのち、
15 マイクロ波放射器から処理対象となる土壌へとマイクロ波を放射する土壌処理方法に適用される農作業具が必要となる。

- このような目的で使用する農作業具は、土壌中に略垂直方向へと差し込み可能な本体を有する。この本体の先端部には突入のための先鋭部を有する。また、本体の側面にはマイクロ波放射口を有する。また、本体の後端部にはマイクロ波導入口を有する。さらに、本体の内部にはマイクロ波導入口からマイクロ波送波口へとマイクロ波を案内する導波管
20 が内蔵される。

- このような構成よりなる農作業具によれば、小型のパワーアームで土壌中に垂直に差し込んだり引き抜いたりする手法、各種の垂直掘削装置を利用して必要により振動を加えながら土壌中に垂直に差し込んだり引き抜いたりする手法、シャベルや鍬のような手動作業具に組み込んで、
25 人力で土壌中に潜り込ませる手法等のような様々な手法を利用すること

により、圃場の所望スポットに差し込んで所定深さの土壤にマイクロ波を照射することができる。

図面の簡単な説明

- 5 第 1 図は、本発明装置の使用状態における概略的側断面図である。
第 2 図は、本発明装置の概略的平面図である。
第 3 図は、本発明装置の概略的正面図である。
第 4 図は、マイクロ波送波器の配置を中心として示す本発明装置の平
断面図である。
- 10 第 5 図は、マイクロ波送波器付き導波管の一例を示す構成図である。
第 6 図は、マイクロ波付き導波管の斜視図である。
第 7 図は、本発明装置の作用を説明するための側断面図である。
第 8 図は、本発明装置の作用を説明するための正面図である。
第 9 図は、対向するマイクロ波送波器間における加熱エネルギー分布
15 を示すコンピュータシミュレーション結果を示す図である。
第 10 図は、マイクロ波式土壤消毒方法と熱湯式土壤消毒方法とで経
済性を比較して示すグラフである。
第 11 図は、マイクロ波照射後の圃場の状態を示す説明図である。
第 12 図は、マイクロ波照射後の圃場と根菜類植え付け位置との関係
20 を示す説明図である。
第 13 図は、本発明装置の他の一例を示す構成図である。
第 14 図は、本発明装置の他の一例における作用説明図である。

発明を実施するための最良の形態

- 25 以下に、この発明に係る土壤消毒方法並びにそれを実施するための土
壤消毒装置の好適な実施の一形態を添附図面を参照しつつ詳細に説明す
る。第 1 図は本発明装置の使用状態における概略的側断面図、第 2 図は

本発明装置の概略的平面図、第3図は本発明装置の概略的正面図、第4図はマイクロ波送波器の配置を示す本発明装置の平断面図である。

第1図に示されるように、本発明に係る圃場移動体100は、地中進行部Aと地上進行部Bとを有する。地中進行部Aにはマイクロ波送波器21a～21dが内蔵されて保持されている。地上進行部Bにはマイクロ波発生源であるマグネトロン31a～31dが保持されている。地上進行部Bに保持されたマグネトロン31a～31dと地中進行部Aに保持されたマイクロ波送波器21a～21dとは導波管41a～41dを介して結ばれている。そのため、マイクロ波送波器21a～21dは地中進行部Aに内蔵保持されて地中を進行する一方、地上進行部Bに保持されたマグネトロン31a～31dから発生したマイクロ波は導波管41a～41dを通じて地中のマイクロ波発生器21a～21dへと導かれるから、マイクロ波送波器21a～21dそれ自体を地中に位置させることで、圃場の地面への垂直照射ではマイクロ波が十分に届かない深層の土壌8であっても、これに十分な強度を有するマイクロ波を照射し、誘電加熱作用により消毒対象となる土壌の温度を消毒必要温度にまで確実に上昇させ、消毒目的とする微生物（線虫等）を死滅又は無害化することができる。

より詳細に説明すると、第4図に示されるように、圃場移動体100は、ベースフレーム1を主体として構成されている。ベースフレーム1は、前部支持バー11と、後部支持バー12と、左側部支持バー13と、右側部支持バー14とからなる矩形フレーム内に、8本の縦方向リブ15と、4本の横方向リブ16とを組み込んで一体化したものである。

このベースフレーム1には、4個の地中潜行体21, 22, 23, 24が垂直下向きに取り付けられている。地中潜行体21, 22, 23, 24のそれぞれは、鋼板よりなるの左右の側壁板25, 26を図示しな

いスペーサを介して対向一体化してなるものであり、それら左右の側壁板 25, 26 で囲まれる空所は上下方向へと連通すると共に、前部は後述する先き金（第 1 図参照） 27 にて塞がれている。第 1 図に示されるように、先き金 27 の先端部には、地中に潜り込ませるための前下がりのテーパ面を有する爪 28 が設けられている。したがって、圃場移動体 100 が前方へと進行すると、先き金 27 の先端に設けられた爪 28 に案内されて、地中潜行体 21, 22, 23, 24 は地中に潜り込み、それによりマイクロ波送波器 21a ~ 21d、22a ~ 22d、23a ~ 23d、24a ~ 24d についても、地中潜行体に保護されつつ地中を潜行することとなる。なお、第 1 図は、第 2 図に示される圃場移動体 100 を、左側壁板 26 を取り外して左側面より見た状態を示している。

第 4 図に示されるように、地中潜行体 21 内の下部に水平一列に收容された 4 個のマイクロ波送波器 21a ~ 21d のうちで、進行方向後部に配置された 2 個のマイクロ波送波器 21a, 21b は進行方向に向かって水平右向きに取り付けられており、進行方向前部に配置された 2 個のマイクロ波送波器 21c, 21d は進行方向に向かって水平左向きに取り付けられている。同様にして、地中潜行体 22 内の下部に水平一列に收容された 4 個のマイクロ波送波器 22a ~ 22d のうちで、進行方向後部に配置された 2 個のマイクロ波送波器 22a, 22b は進行方向に向かって水平左向きに取り付けられており、進行方向前部に配置された 2 個のマイクロ波送波器 22c, 22d は進行方向に向かって水平右向きに取り付けられている。同様にして、地中潜行体 23 内の下部に水平一列に收容された 4 個のマイクロ波送波器 23a ~ 23d のうちで、進行方向後部に配置された 2 個のマイクロ波送波器 23a, 23b は進行方向に向かって水平右向きに取り付けられており、進行方向前部に配置された 2 個のマイクロ波送波器 23c, 23d は進行方向に向かって

水平左向きに取り付けられている。同様にして、地中潜行体 2 4 内の下部に水平一列に収容された 4 個のマイクロ波送波器 2 4 a ~ 2 4 d のうちで、進行方向後部に配置された 2 個のマイクロ波送波器 2 4 a , 2 4 b は進行方向に向かって水平左向きに取り付けられており、進行方向前部に配置された 2 個のマイクロ波送波器 2 4 c , 2 4 d は進行方向に向かって水平右向きに取り付けられている。

そのため、第 4 図から明らかなように、地中潜行体 2 1 に設けられた 2 個のマイクロ波送波器 2 1 a , 2 1 b と隣接する地中潜行体 2 2 に設けられた 2 個のマイクロ波送波器 2 2 a , 2 2 b とは互いに向かい合わせに配置されることとなり、それらのマイクロ波送波器間には図中矢印で示されるようにマイクロ波の重畳電場が形成される。同様にして、地中潜行体 2 2 に設けられた 2 個のマイクロ波送波器 2 2 c , 2 2 d と隣接する地中潜行体 2 3 に設けられた 2 個のマイクロ波送波器 2 3 c , 2 3 d とは互いに向かい合わせに配置されることとなり、それらのマイクロ波送波器間にも図中矢印に示されるようにマイクロ波の重畳電場が形成される。同様にして、地中潜行体 2 3 に設けられた 2 個のマイクロ波送波器 2 3 a , 2 3 b と隣接する地中潜行体 2 4 に設けられた 2 個のマイクロ波送波器 2 4 a , 2 4 b とは互いに向かい合わせに配置されることとなり、それらのマイクロ波送波器間にも図中矢印に示されるようにマイクロ波の重畳電場が形成される。これにより、圃場移動体 1 0 0 の移動に連れて、4 個の地中潜行体 2 1 ~ 2 4 の間の土壌には、強力なマイクロ波が放射され、誘電加熱作用により土壌 8 の加熱がなされることとなる。

第 1 図に戻って、マイクロ波発生源であるマグネトロン（例えば、2.45 GHz）3 1 a ~ 3 1 d は、図示しない支持機構を介して導波管 4 1 a ~ 4 1 d の上部に支持固定され、それには図示しないが冷却用のブ

ロワが付設されている。すなわち、第2図に示されるように、4個の地中潜行体21～24のそれぞれには、マイクロ波放射器に結合される4本の導波管41a～41d、42a～42d、43a～43d、44a～44dが垂直方向に向けて収容されており、それらの導波管の上端部のそれぞれ毎にマグネトロンが設けられているのである。そのため、マグネトロンから発せされたマイクロ波は導波管を伝ってマイクロ波放射器へと至り、ここで水平方向右側又は左側へと向きを変えて地中へ放出されることとなる。なお、地中潜行体21～24を構成する左右の側壁板25、26には、図示しないが、マイクロ波放射器の放射口に対応して円形の開口が形成されており、この円形開口を介してマイクロ波は地中へと放射される。なお、図示しないが、このマイクロ波放射用の開口は、泥等の異物がマイクロ波放射器へと入り込むことがないように、テフロン製の盲板で塞がれている。

こうして地中に放出されたマイクロ波は土壌の加熱に供されるのであるが、地中潜行体21～24の左右側面とそれに接する土壌との間は密に接してはいないから、それらの隙間よりマイクロ波が地上へと漏洩することが考えられる。そのため、第2図に示されるように、相隣接する地中潜行体21～24の間の空所は鋼板等よりなるシールド板9にて塞がれている。これにより、土壌消毒作業中に作業者が誤って漏洩マイクロ波を浴びると言った危険が防止される。

第1図に戻って、ベースフレーム1の後部にはブラケット51が設けられ、このブラケット51には左右2個の定規輪65、65が支持されている(第2図参照)。すなわち、図において、64は定規輪のシャフト、63は定規輪のシャフトを支える二股状のヨーク、61はヨーク63に固定された支持ロッド、62は支持ロッド61の長さを調整するためのストッパであり、このストッパ62の位置を上下することで支持ロ

ッド61の突出長さを変更して、定規輪65の高さ（すなわち、潜行深さD1）を任意に調整可能となされている。同様にして、ベースフレーム1の前部にもブラケット52が設けられ、このブラケット52にも左右2個の定規輪65、65が支持されている（第2図参照）。すなわち、
5 図において、64は定規輪のシャフト、63は定規輪のシャフトを支える二股状のヨーク、61はヨーク63に固定された支持ロッド、62は支持ロッド61の長さを調整するためのストッパであり、このストッパ62の位置を上下することで支持ロッド61の突出長さを変更して、定規輪65の高さ（すなわち、潜行深さD1）を任意に調整可能となされている。
10

さらに、第2図に示されるように、ベースフレーム1の前端部には、前部ベース板73が一体的に固定されている。この前部ベース板73には、牽引作業の際に用いるための引き手71並びに引き棒72が取り付けられている。

15 本発明装置の作用を説明するための側面図並びに正面図が第7図及び第8図に示されている。それらの図を参照しながら、本発明装置を使用した土壌消毒方法を以下に詳細に説明する。

圃場移動体100の使用にあたっては、先ず、これを第7図に示されるように、耕耘機200の後部に取り付けて牽引させる。このとき、定規輪65の高さを調整することにより、地中潜行体21～24の潜行深さD1（第1図参照）を適切に設定する。根菜類等の植え付けが予定される圃場の場合、例えば地面から40cmの深さ範囲に存在する土壌を消毒する。この場合、例えば、1回目は40cmから20cmの深さ範囲（又は20cmから地表面までの深さ範囲）、2回目は20cmから
20 地表面までの深さ範囲（又は40cmから20cmの深さ範囲）と言ったように2回に分けて消毒を行うとすれば、定規輪65の高さをそのよ
25

うな深さD 1に合わせて設定する。次に、土壤消毒に先立って、対象土壤の複素誘電率を高めるために、圃場の消毒予定領域に塩類である肥料（例えば、窒素、リン酸、カリウムを含む化成肥料等）を混入する。尚、肥料の混入は耕耘作業と同時に行ってもよい。次に、耕耘機200に牽引させながら、圃場移動体100を圃場の消毒予定領域に走行させる。

1 回目の走行が完了したならば、定規輪65の高さを変えて、2 回目の走行を行わせる。すると、各走行の毎に、地中潜行体21～24に挟まれる領域に存在する土壤は、第8図に示されるように、水平方向両側からのマイクロ波照射による誘電加熱作用によって加熱昇温される。このとき、マイクロ波のパワー並びに圃場移動体の移動速度を適切に設定しておけば、消毒対象となる土壤の温度は摂氏60度以上となり、しかもその状態は少なくとも数分程度は維持されるから、目的とする線虫を圃場移動体100の全幅並びに予定深さ（地表から40cm程度）に亘って確実に死滅又は無害化させることができる。

こうして消毒された圃場の様子が、第11図及び第12図に示されている。第11図に示されるように、圃場に作物の植え付け予定ラインa1～a5が複数本存在する場合、それらの植え付け予定ラインa1～a5を一纏めにして、例えば地表から40cmの深さ範囲に亘って、かつ2回に深さを分けて、マイクロ波による土壤消毒が行われる。そのため、このような消毒後にあつては、第12図に示されるように、植え付けラインa1～a5上のどこに植え付けられようとも、根菜類201は消毒済領域b0～b4，c1，c2の範囲内において線虫の害を受けずに生育できる。なお、第12図において、領域b0は地中潜行体21の外側の領域、領域b1は地中潜行体21と22とにより挟まれた領域、領域b2は地中潜行体22と23とにより挟まれた領域、領域b3は地中潜行体23と24とにより挟まれた領域、領域b4は地中潜行体24の外

側の領域である。また、c 1 は例えば一回目の消毒層、c 2 は例えば 2 回目の消毒層である。

なお、以上の実施形態においては、本発明の圃場移動体を牽引式に構成したが、それに替えて、ミッドマウント式農作業機に装着する等して、
5 自走式に構成することもできることは勿論である。

また、以上の実施形態においては、地中潜行体を圃場移動体に 4 列設け、それぞれにマイクロ波放射器を内蔵させたが、地中潜行体の配列並びにそれに内蔵されるマイクロ波放射器の個数並びに向きはこれに限定されるものではない。

10 また、以上の実施形態においては、マイクロ波発生源として 2. 4 5 GHz のマグネトロンを採用したが、マイクロ波発生源の構成並びに周波数もこれに限定されるものではない。

さらに、以上の実施形態においては、潜行深さ調整具として定規輪を示したが、例えば引き手 7 1 と耕耘機 2 0 0 とのジョイント部で高さ調整
15 できるような構造を採用してもよい。

次に、本発明装置に好適なマイクロ波送波器付の導波管について第 5 図及び第 7 図を参照して説明する。第 5 図及び第 6 図に示されるように、この導波管は、断面長形状を有する所定長さの角筒状導波管 9 1 と、この角筒状導波管 9 1 の先端部に取り付けられる底の平坦な円形腕状放射器 9 2 とから構成されている。角筒状導波管 9 1 並びに円形腕状放射器 9 2 の素材としてはステンレス (S U S) が使用される。角筒状導波管 9 1 は幅 W 並びに高さ H からなる長形状の断面形状を有する。円形腕状放射器 9 2 は深さ D 2 を有しかつ底部 9 2 a の平坦な腕状外形を有する。また、円形腕状放射器 9 2 の直径は、角筒状導波管 9 1 の幅 W よりも大径とされている。円形腕状放射器 9 2 の内周の一部は角筒状導波管 9 1 との接続のために切り欠かれる。角筒状導波管 9 1 の先端部は、
20
25

接続対象となる腕状放射器 9 2 の周側面の曲率に合わせて切断される。こうして予備加工された角筒状導波管 9 1 と円形腕状放射器 9 2 とは切り口 9 1 a, 9 1 b を整合させて溶接により結合される。なお、図において、9 1 c は取付け用のブラケットである。

5 こうして得られたマイクロ波送波器付き導波管によれば、導波管に沿って伝播されたマイクロ波を、導波管の先端部から直角方向に曲げて外部に放射することができ、しかも導波管先端で反射して戻るマイクロ波が極めて少なく、マイクロ波を効率よく地中へと放射することができる。対向するマイクロ波送波器間における加熱エネルギー分布を示すコンピュー
10 タシミュレーション結果が第 9 図に示されている。同図に示されるように、第 5 図及び第 6 図に示される構造のマイクロ波送波器付きの導波管を使用したところでは、両マイクロ波放射器間に高密度の加熱エネルギー分布が得られることが確認された。

また、角筒状導波管 9 1 の高さ H と円形腕状放射器 9 2 の深さ D 2 とはほぼ同等であるため、地中潜行体 2 1 ~ 2 4 を構成する左右の側壁板
15 2 5, 2 6 の間にコンパクトに收容することができる。加えて、角筒状導波管 9 1 と円形腕状放射器 9 2 とを溶接一体化するという加工方法を採用しているため、素材として曲げ加工が難しい硬質素材 (SUS) を使用しつつも、製作が容易であるという利点もある。すなわち、角筒状
20 導波管それ自体をプレスで曲げ加工して、角筒状導波管の先端部を直角に曲げることも考えられるが、その場合には著しく加工が困難であるのに対して、この例のように、放射器部分はプレスで成形しつつも、これと導波管部分とを溶接するようにすれば、曲げ加工が不要であるから製作が著しく容易となる。

25 マイクロ波式土壌消毒方法と熱湯式土壌消毒方法とで経済性を比較して示すグラフが第 10 図に示されている。同図から明らかなように、本

発明者等による試算によれば、処理面積が180ヘクタールを越える領域においては、熱湯散布方式よりも、本発明方法の採用が有利であることが判明した。

ところで、ビニルハウス等で根菜類を栽培する状況を想定すると、乗
5 用型の耕耘機等の大型作業機をビニルハウス内で走行させることは不都合である。そのような場合、株の植え付け位置が既知であれば、その部分だけを局部的に深さ方向へと集中的に消毒すれば足りる。

このような場合には、マイクロ波放射器を土壌中に略垂直方向に潜り
込ませ、しかるのち、マイクロ波放射器から処理対象となる土壌へとマ
10 イクロ波を放射する土壌処理方法に適用される農作業具が必要となる。
このような目的で使用される農作業具は、第13図に示されるように、
土壌中に略垂直方向へと差し込み可能な金属製本体202を有する。こ
の本体202の先端部には突入のための先鋭部203を有する。また、
本体202の側面にはテフロン製の盲板205で塞がれたマイクロ波放
15 射口204を有する。また、本体202の後端部にはマイクロ波発生源
206からのマイクロ波を受け入れるマイクロ波導入口207を有する。
さらに、本体202の内部にはマイクロ波導入口207からマイクロ波
送波口204へとマイクロ波を案内する導波管208が内蔵される。な
お、第13図において、209はパワーアームに装着するためのブラケ
20 ットである。

このような構成よりなる農作業具によれば、小型パワーアームで土壌
中に垂直に差し込んだり引き抜いたりする手法（第14図参照）、各種
の垂直掘削装置を利用して必要により振動を加えながら土壌中に垂直に
差し込んだり引き抜いたりする手法、シャベルや鍬のような手動作業具
25 に組み込んで、人力で土壌中に潜り込ませる手法等のような様々な手法
を利用することにより、圃場の所望スポットに差し込んで所定深さの土

壤にマイクロ波を照射することができる。なお、第14図において、210はパワーアーム装置の先端アーム、211は小型パワーアーム装置の駆動ロッド、212はパワーアーム装置の中間アーム、213は本体202の土壤215への挿抜方向を示す矢印、214は放射されたマイクロ波である。

なお、以上の実施形態においては、本発明方法及び装置を土壤中の根菜類に有害な線虫駆除に適用したが、本発明方法及び装置はそれ以外にも、例えばマイクロ波照射による作物の生育調整、発芽時期の調整、土壤改良等に広く適用することができる。

産業上の利用可能性

以上の説明で明らかなように、本発明によれば、圃場表面に対するマイクロ波照射では影響を与えにくい深層領域の土壤に対してマイクロ波による影響を効果的に及ぼすることができ、それにより、例えば作物の生育調整、発芽時期の調整、土壤消毒、土壤改良のような様々な農業上有益な作用を期待することができる。

請 求 の 範 囲

1. マイクロ波放射器を土壤中に潜り込ませ、しかるのち、マイクロ波放射器から処理対象となる土壤へとマイクロ波を放射する土壤処理方法。
5
2. マイクロ波の放射は、土壤中に潜り込ませたマイクロ波放射器を静止させた状態で行われる請求の範囲第1項に記載の土壤処理方法。
3. マイクロ波の放射は、土壤中に潜り込ませたマイクロ波放射器を略垂直方向へと移動させながら行われる請求の範囲第1項に記載の土壤
10 処理方法。
4. マイクロ波の放射は、土壤中に潜り込ませたマイクロ波放射器を略水平方向へと移動させながら行われる請求の範囲第1項に記載の土壤処理方法。
5. 地下所定深さを潜行するマイクロ波放射器から地中へとマイクロ波を放射することにより、消毒対象となる土壤をマイクロ波放射器の進行軌跡に沿って消毒する土壤消毒方法。
15
6. マイクロ波放射器から地中へと放射されるマイクロ波の放射方向がほぼ水平方向とされ、それにより消毒対象となる土壤が所定の深さ範囲内において消毒される請求の範囲第5項に記載の土壤消毒方法。
7. マイクロ波放射器の地中進行が同一進行軌跡に沿って2回以上かつ深さを異ならせて行われ、それによりマイクロ波放射器の進行に伴い地面から所定深さに至る一連の土壤が消毒される請求の範囲第6項に記載の土壤消毒方法。
20
8. 複数台のマイクロ波照射器が進行方向と直交する方向へと適当な距離を隔てて配置され、それによりマイクロ波放射器の進行に伴い消毒
25 対象となる土壤が地面に沿った所定幅に亘って消毒される請求の範囲第

6 項又は第 7 項に記載の土壤消毒方法。

9. 複数台のマイクロ波照射器のうちの相隣接する 2 台が互いに放射面を向かい合わせて配置され、それにより 2 台のマイクロ波照射器の間にマイクロ波の重畳電場が形成される請求の範囲第 8 項に記載の土壤消毒方法。

10. 10. マイクロ波の照射に先立ち、消毒対象となる土壤に塩類である肥料を混入する請求の範囲第 5 項～第 9 項のいずれかに記載の土壤消毒方法。

11. 消毒は、土壤の温度を誘電加熱により 60 度以上に昇温させることで行われる請求の範囲第 5 項～第 10 項のいずれかに記載の土壤消毒方法。

12. 昇温される土壤の深さ範囲が根菜類の植え付け深さ範囲である請求の範囲第 5 項～第 10 項のいずれかに記載の土壤消毒方法。

13. 地中進行部と地上進行部とを有する圃場移動体と、圃場移動体の地中進行部に内蔵されたマイクロ波放射器と、圃場移動体の地上進行部に保持されたマイクロ波発生源と、地上進行部に保持されたマイクロ波発生源と地中進行部に保持されたマイクロ波放射器とを繋ぐ導波管と、を具備する土壤処理装置。

14. 圃場移動体が、進行方向と直交する方向へと適当な距離を隔てて配置された複数個の地中進行部を有し、マイクロ波照射器は各地中進行部のそれぞれに内蔵されている請求の範囲第 13 項に記載の土壤処理装置。

15. 15. マイクロ波放射器の放射中心軸が進行方向と直交する方向においてほぼ水平方向に向けられている請求の範囲第 13 項又は第 14 項のいずれかに記載の土壤処理装置。

16. 相隣接する地中進行部のそれぞれに内蔵されたマイクロ波送波

器が互いに対向している請求の範囲第 15 項に記載の土壤処理装置。

17. 地中進行部の進行深さを調整するための進行深さ調整具を有する請求の範囲第 13 項～第 16 項のいずれかに記載の土壤処理装置。

5 18. 地中進行部に内蔵されたマイクロ波送波器から送波されたマイクロ波が地上へと漏洩することを防止するための遮蔽体を有する請求の範囲第 9 項～第 12 項のいずれかに記載の土壤処理装置。

19. 圃場移動体が牽引式とされた請求の範囲第 13 項～第 18 項のいずれかに記載の土壤処理装置。

10 20. 圃場移動体が自走式とされた請求の範囲第 13 項～第 18 項のいずれかに記載の土壤処理装置。

21. マイクロ波放射器を土壤中に潜り込ませ、しかるのち、マイクロ波放射器から処理対象となる土壤へとマイクロ波を放射する土壤処理方法に適用される農作業具であって、

15 土壤中に略垂直方向へと差し込み可能な構造体とされ、

先端部には突入のための先鋭部を有し、

先端部の側面にはマイクロ波放射口を有し、

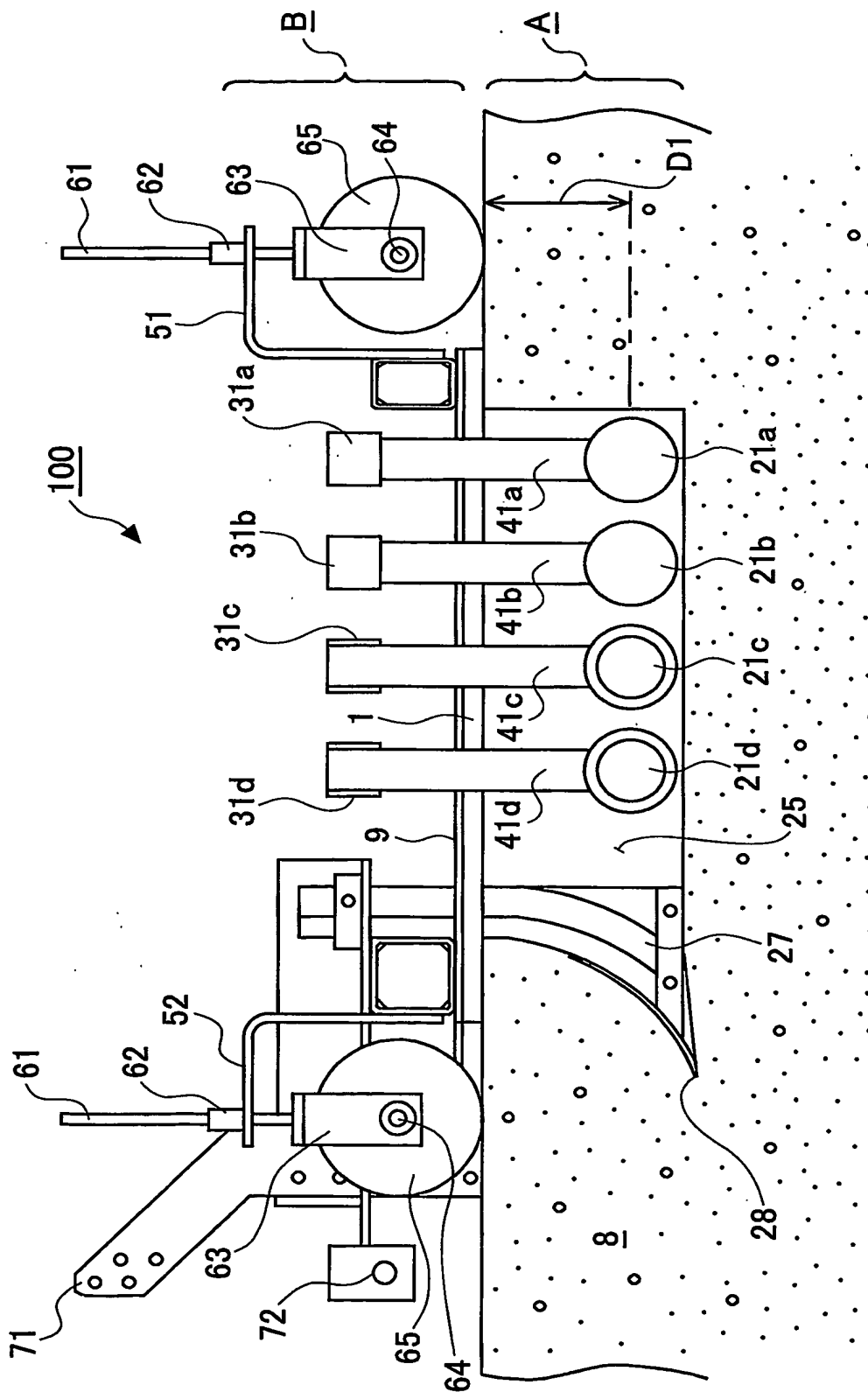
後端部にはマイクロ波導入口を有し、

内部には、マイクロ波導入口からマイクロ波送波口へとマイクロ波を案内する導波管が内蔵され、

20 それにより、圃場の所望スポットに差し込んで所定深さの土壤にマイクロ波を照射できるようにした農作業具。

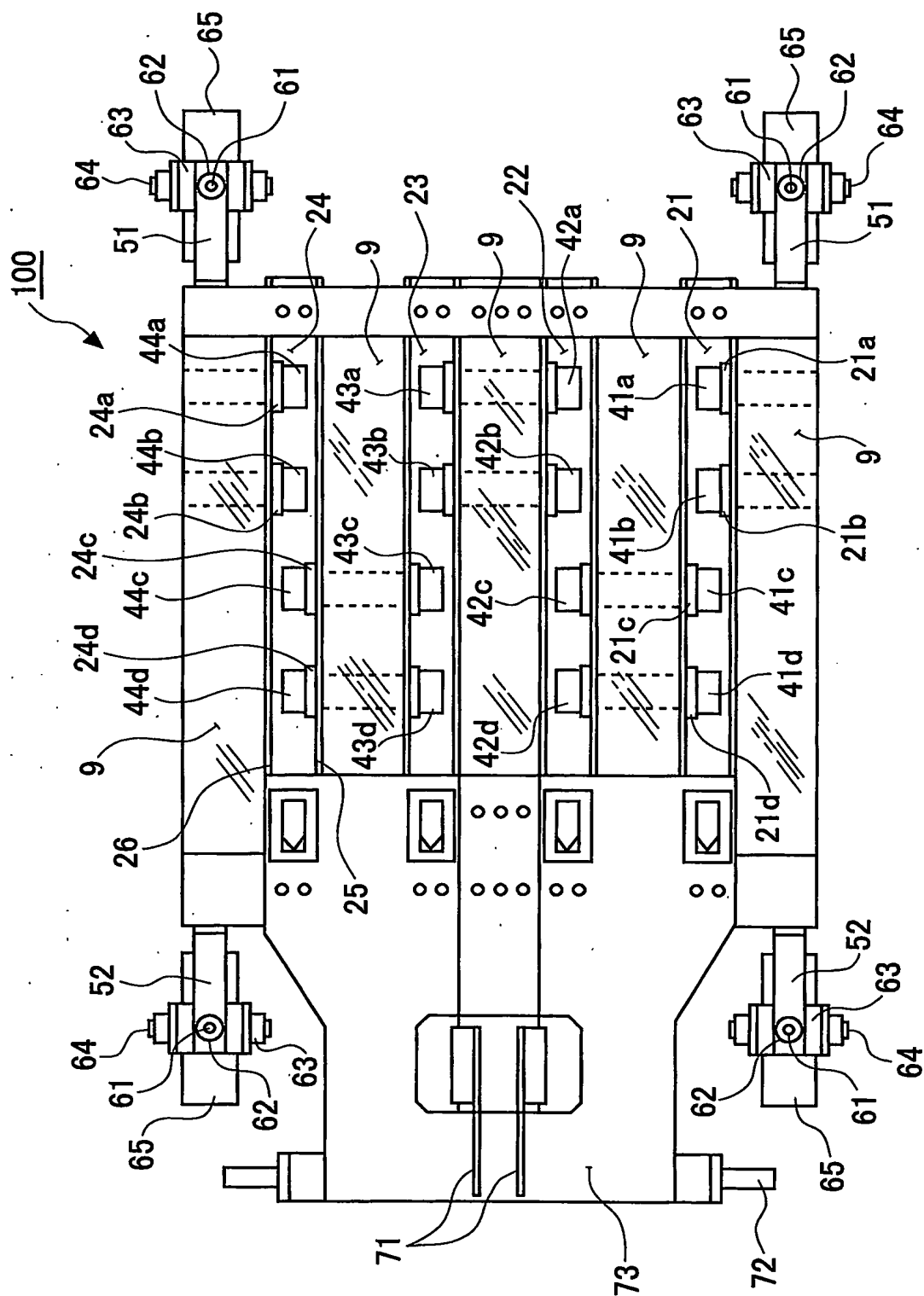
1/14

第 1 図



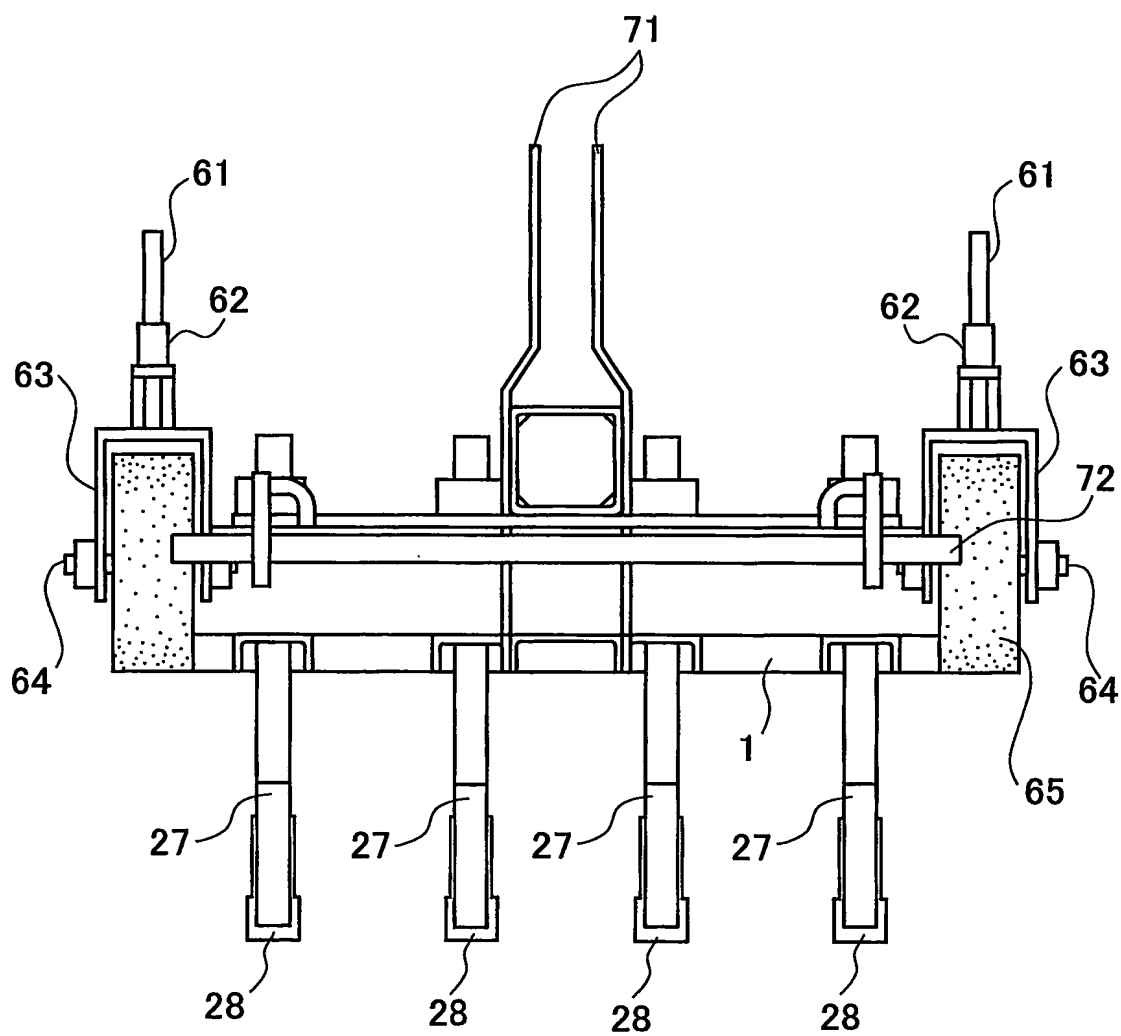
2/14

第 2 图



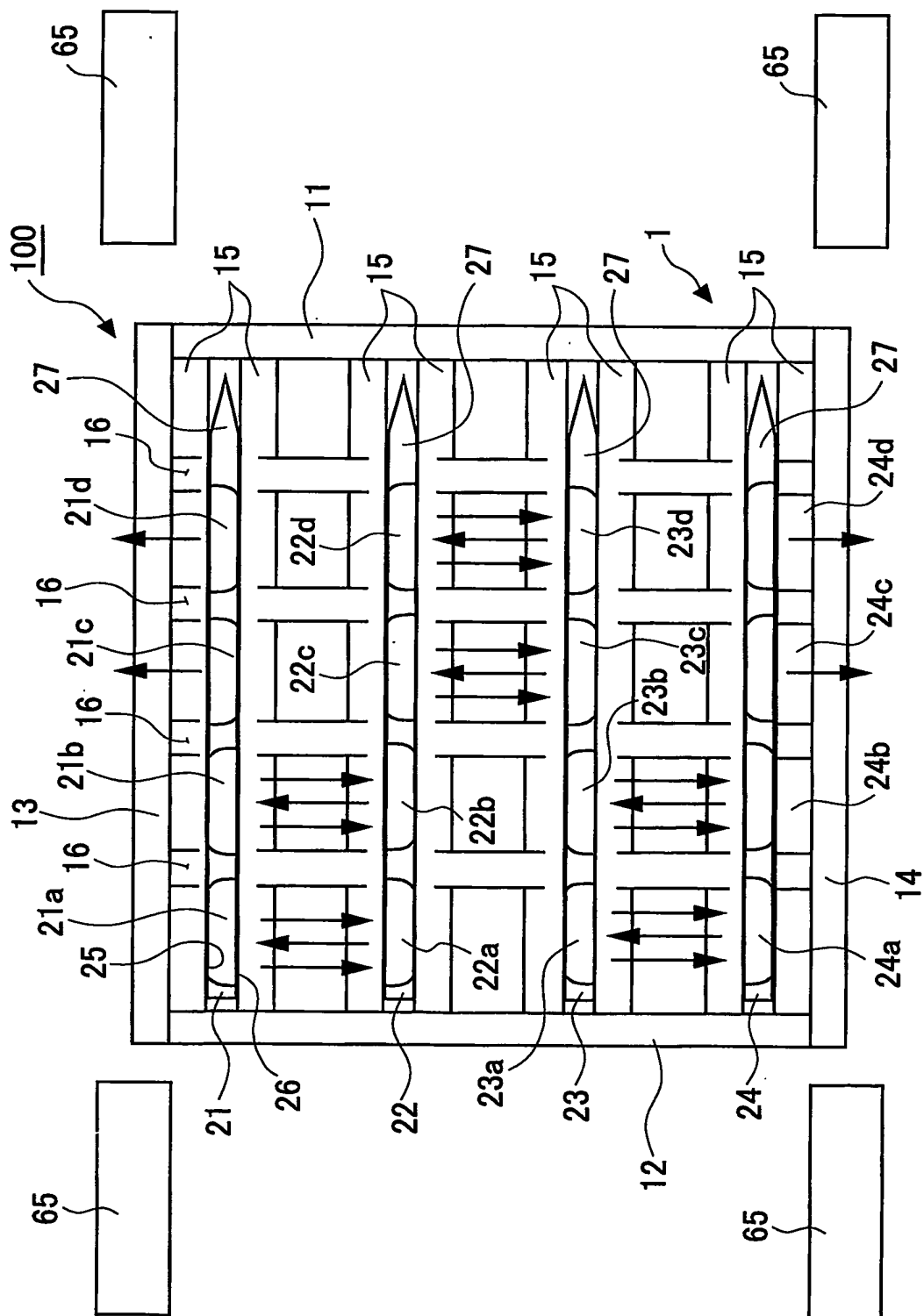
3/14

第 3 図

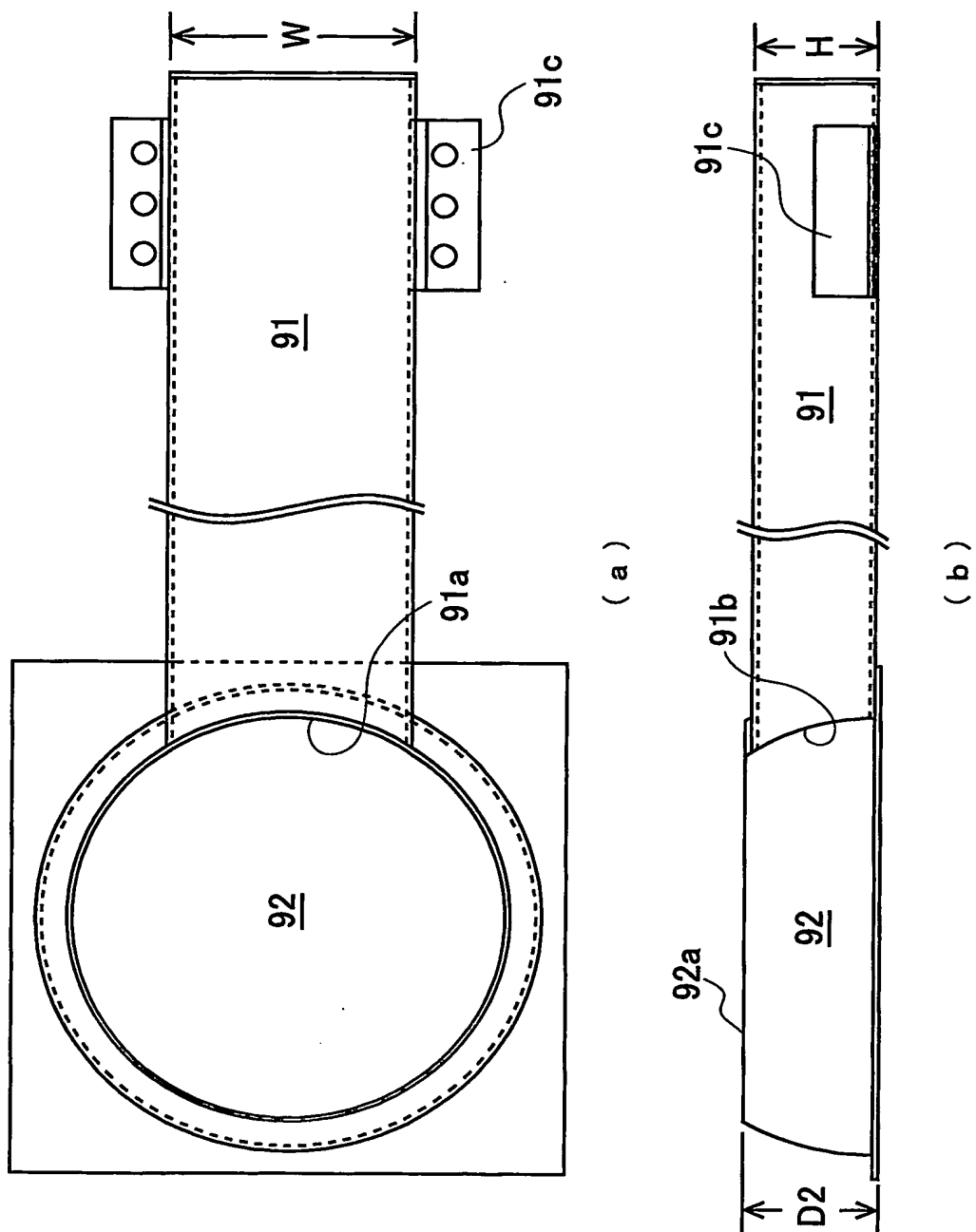


4/14

第 4 図

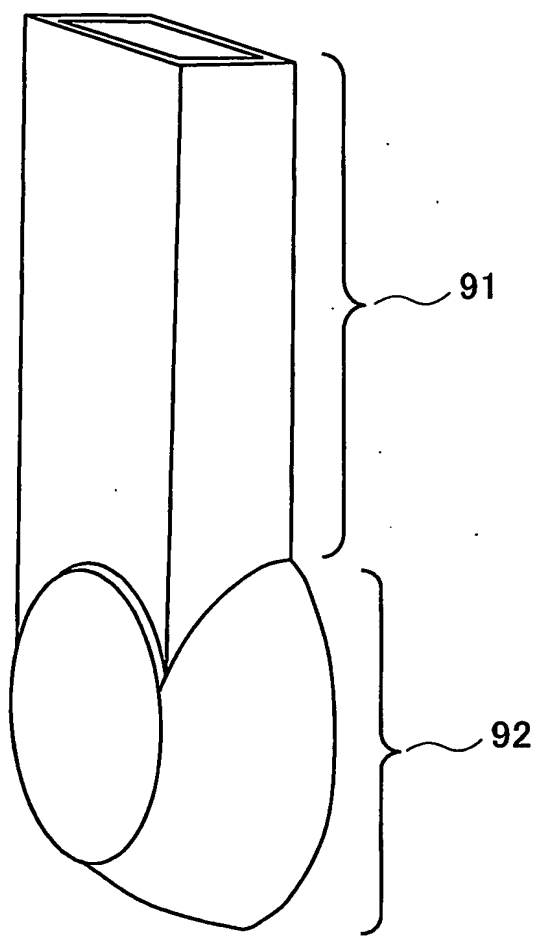


第 5 図

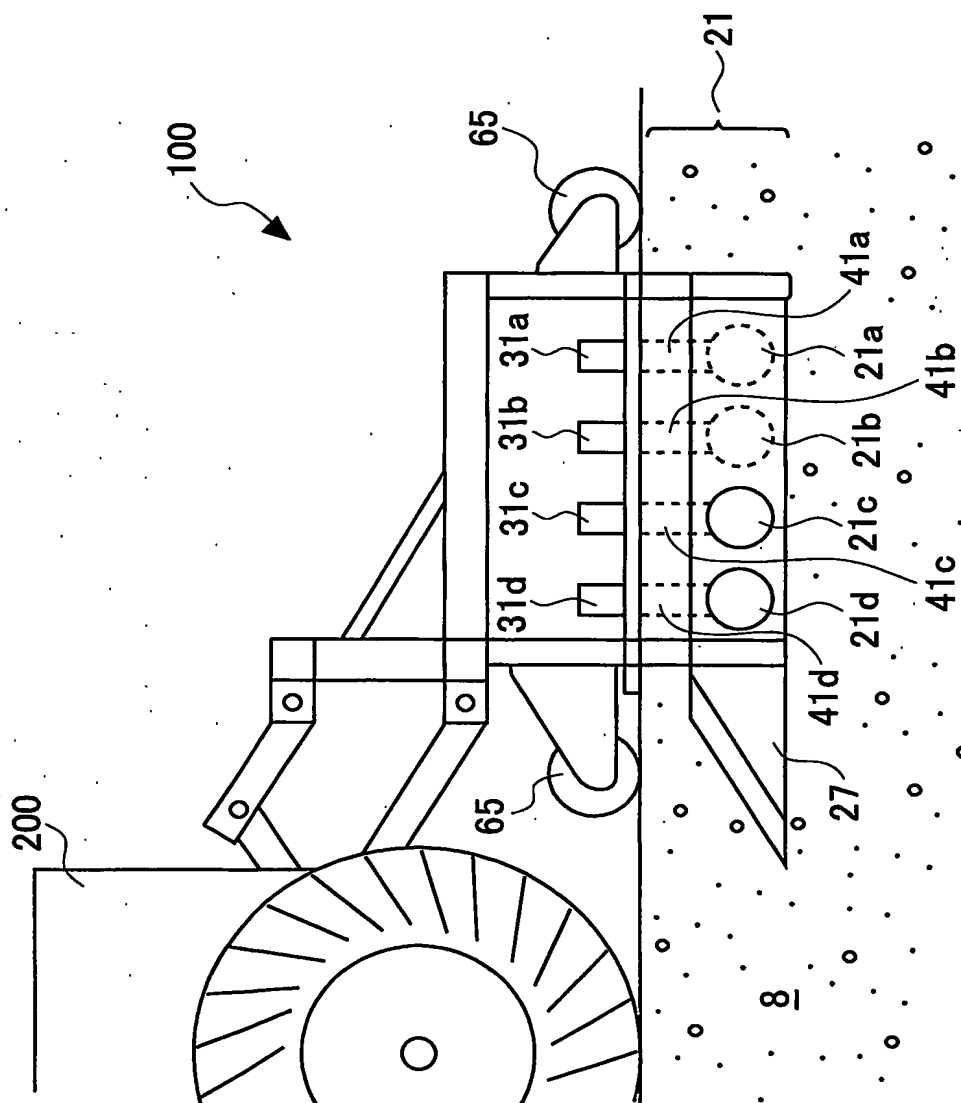


6/14

第 6 図

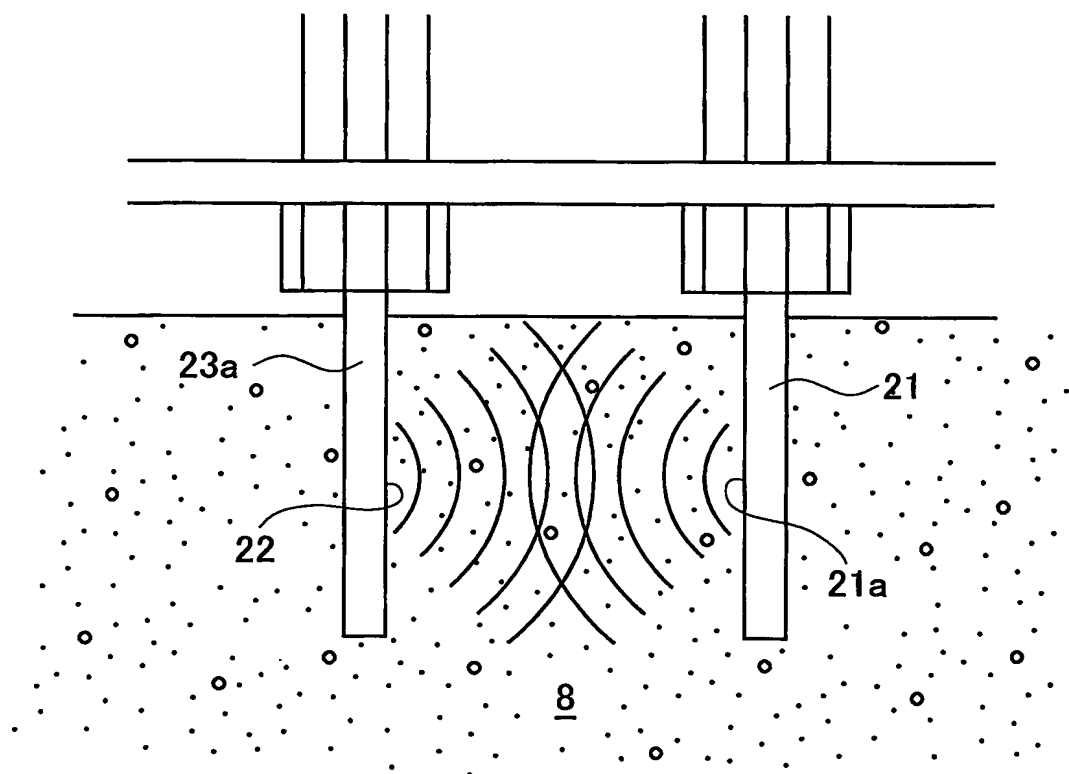


第 7 图



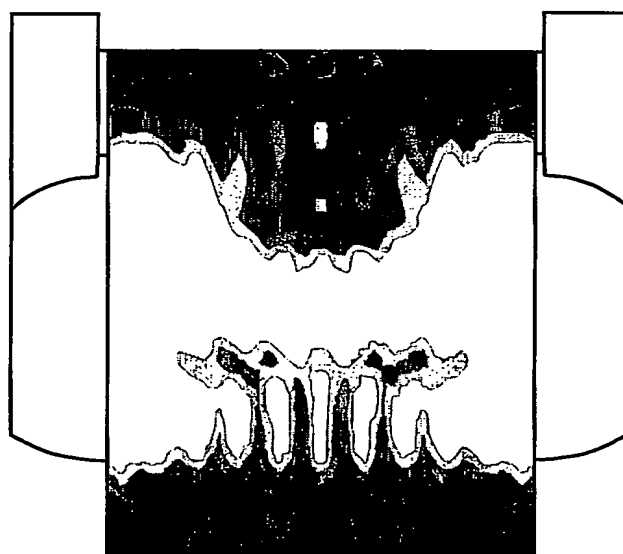
8/14

第 8 図



9/14

第 9 図

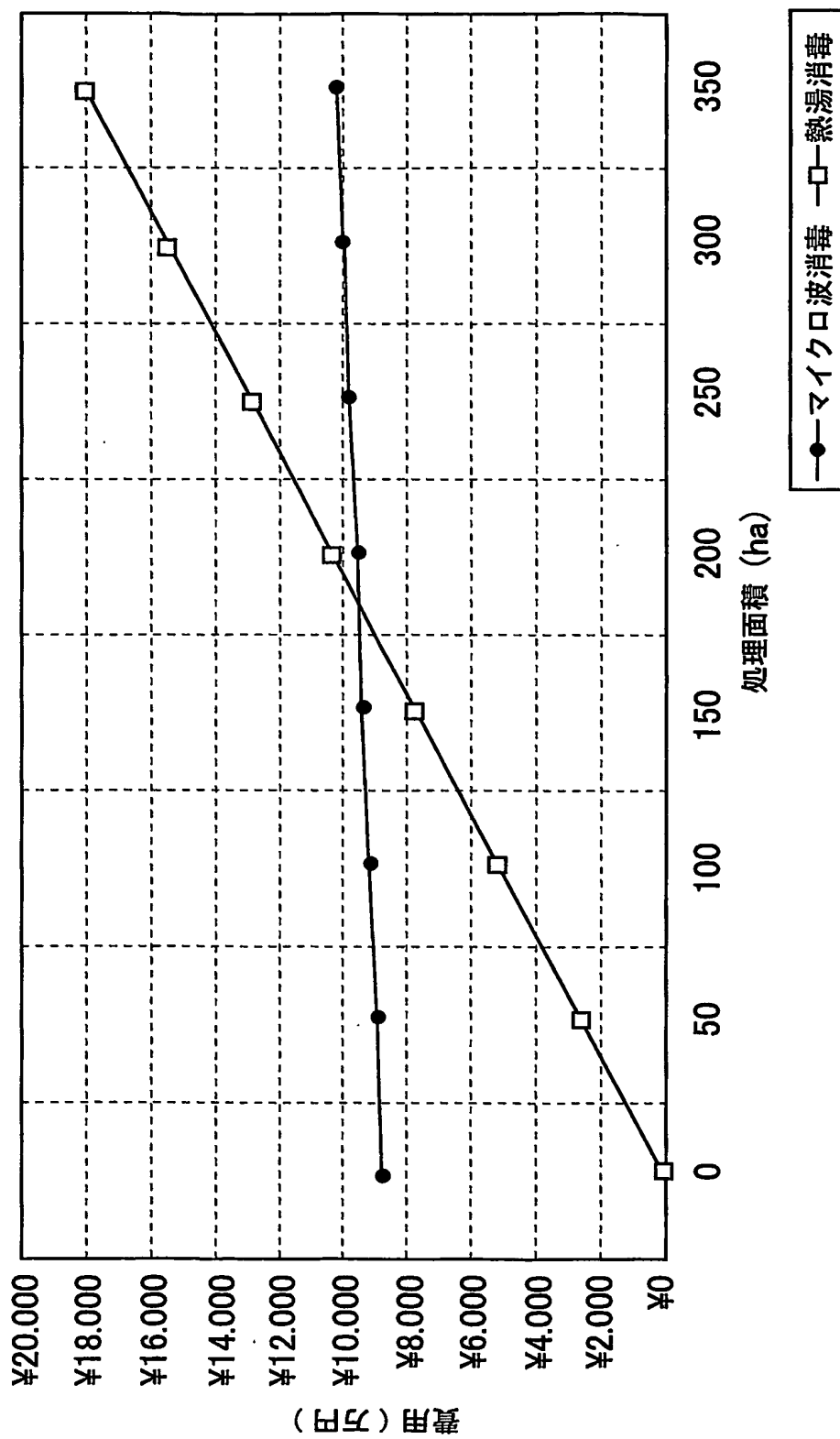


Type = Power Loss Density (rms)
Monitor = p_loss2.45 [1(1,180)+2(1,0)]
Plane at y = -8.56918e-016
Frequency = 2.45

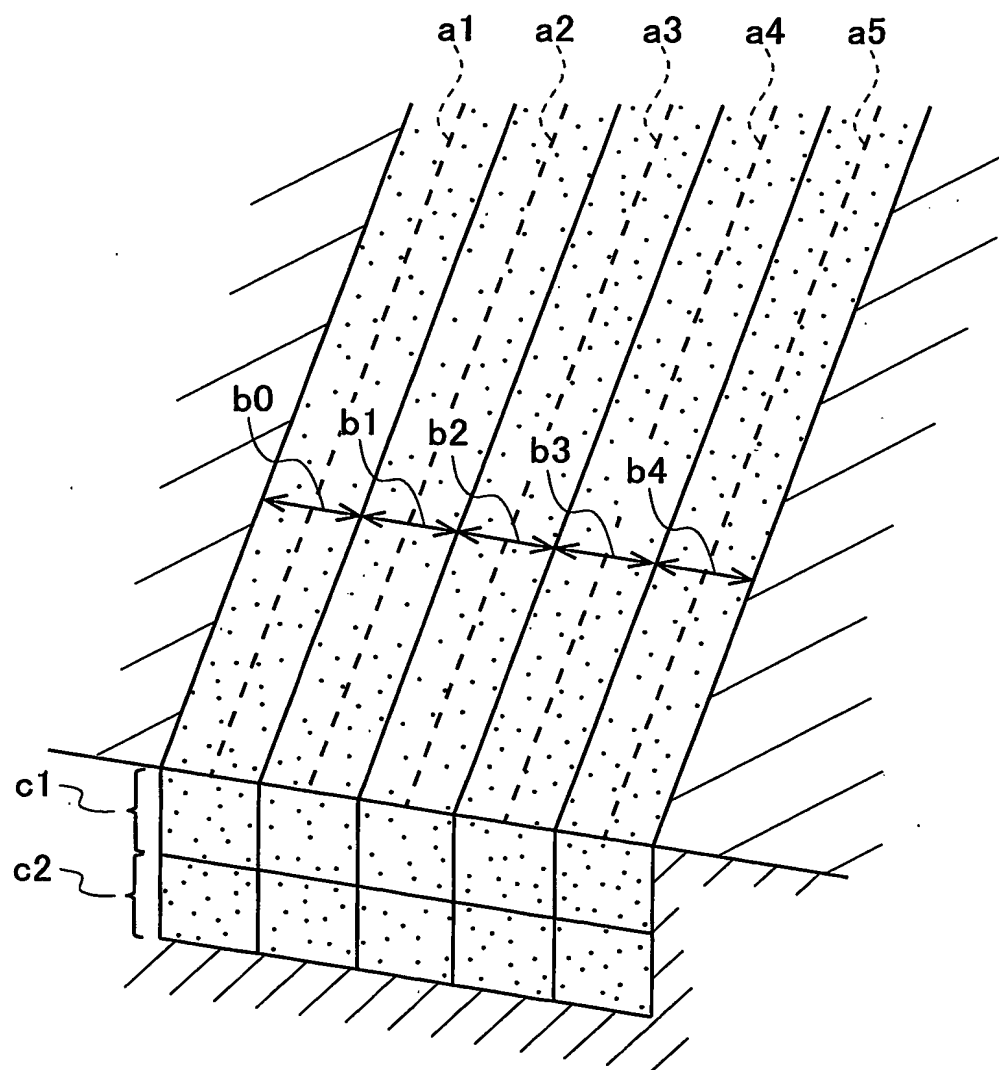
0  200 W/m³

10/14

第 10 図

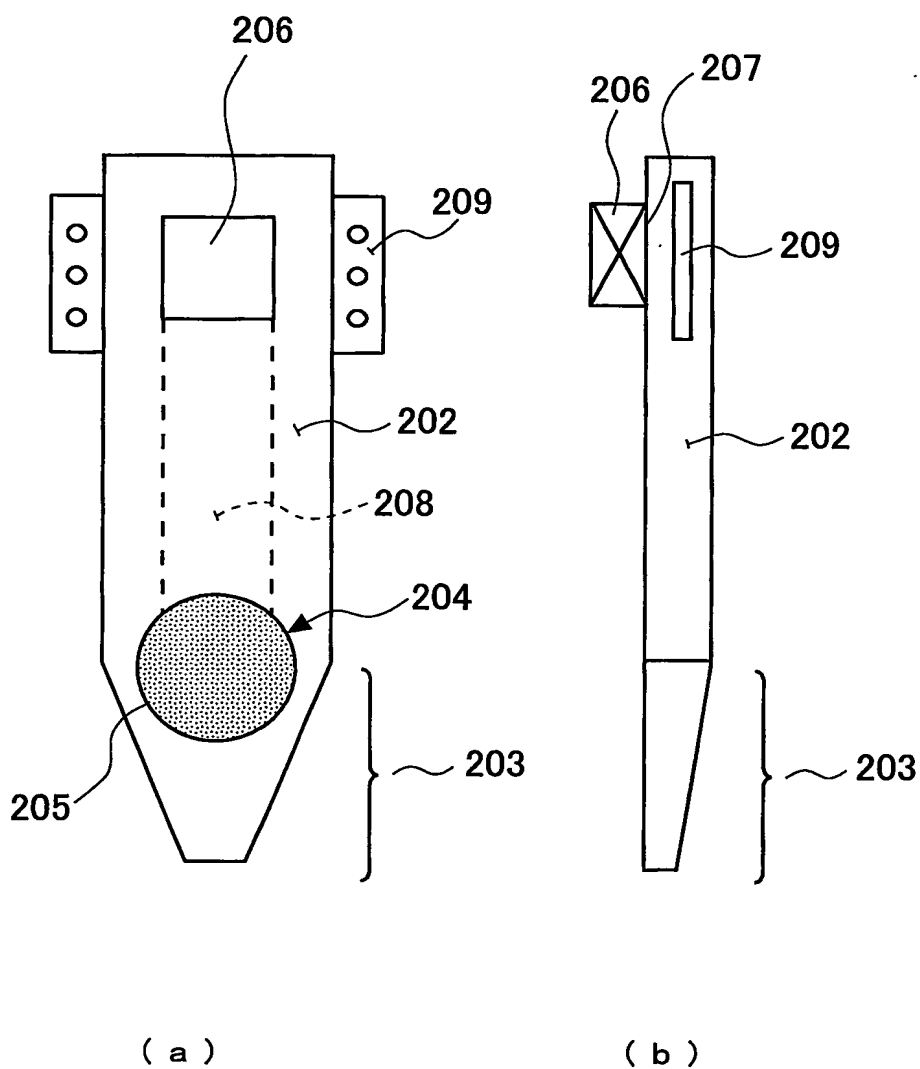


第 1 1 図



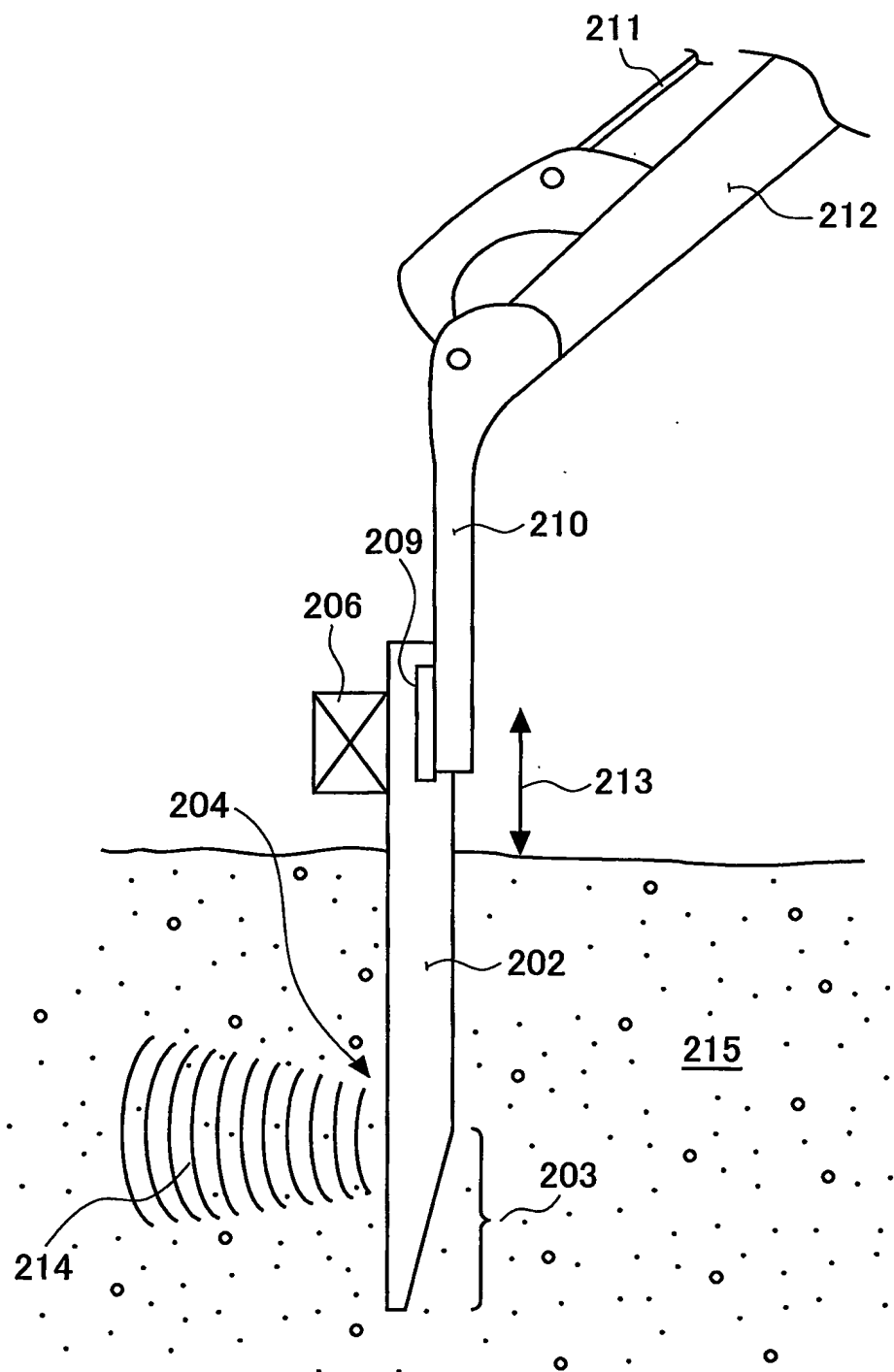
13/14

第 13 図



14/14

第 14 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ A01M1/00, A01M17/00, A01G7/00, A01B79/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ A01M1/00, A01M17/00, A01G7/00, A01B79/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 99071/1980 (Laid-open No. 20882/1982) (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 February, 1982 (03.02.82), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-9, 11-21
X	US 4778970 A (ELECTROMAGNETIC ENERGY CORP.), 18 October, 1988 (18.10.88), Full text; Figs. 1 to 10 & JP 63-501535 A & WO 87/1551 A1	1-7, 11-13, 15, 18-21
X	US 5287818 A (AQUA HEAT TECHNOLOGY INC.), 22 February, 1994 (22.02.94), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-6, 10-12, 21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
12 December, 2003 (12.12.03)

Date of mailing of the international search report
13 January, 2004 (13.01.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11953

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/90268 A1 (HUSCH & EPPENBEREGER, LLC), 11 July, 2002 (11.07.02), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ A01M1/00, A01M17/00, A01G7/00, A01B79/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ A01M1/00, A01M17/00, A01G7/00, A01B79/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	日本国実用新案登録出願55-99071号 (日本国実用新案登録出願公開57-20882号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (松下電器産業株式会社) 1982.02.03、全文、第1-3図	1-9, 11-21
X	US 4778970 A (ELECTROMAGNETIC ENERGY CORPORATION) 1988.10.18 全文、第1-10図 & JP 63-501535 A & WO 87/1551 A1	1-7, 11-13, 15, 18-21
X	US 5287818 A (AQUA HEAT TECHNOLOGY INC.) 1994.02.22、全文、 第1図 (ファミリーなし)	1-6, 10-12, 21

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.12.03

国際調査報告の発送日 13.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

吉田 佳代子



2B

9516

電話番号 03-3581-1101 内線 6493

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 2002/90268 A1 (HUSCH & EPPENBEREGER, LLC) 2002.07.11、全文 第1-6図 (ファミリーなし)	1-21